

Ekologi Manusia dan Alam Semesta

Prof. Dr. Mohamad Soerjani



PENDAHULUAN

Alam Semesta, Alam Raya, Jagat Raya atau *universe* dalam arti luas merupakan totalitas dari segenap pengada (*entities*) dan semua proses yang ada. Termasuk di dalamnya keberadaan manusia dan seluk-beluk kehidupannya secara keseluruhan. Terjadi hubungan timbal-balik antara manusia dengan Alam Semesta, manusia sebagai makhluk hidup memperoleh suatu manfaat dan risiko dari Alam Semesta, begitu pula sebaliknya. Oleh karena itu, agar Anda dapat memahami lebih lanjut hubungan manusia dengan Alam Semesta maka pada Modul Ekologi dan Alam Semesta ini dibahas tentang Ekologi dan Maknanya bagi Manusia, yaitu pada Kegiatan Belajar 1, dan Alam Semesta dan Bumi pada Kegiatan Belajar 2.

Materi Kegiatan Belajar 1 tentang Ekologi dan maknanya bagi manusia mencakup sejarah ekologi, ekologi satu jenis (*autekologi*) atau ekologi berbagai jenis makhluk hidup (*sinekologi*) serta peranan ekologi melalui penerapan prinsip-prinsip ekologi dalam perilaku manusia yang dinyatakan dalam ekologi terapan, ekologi manusia, atau ilmu lingkungan.

Materi Kegiatan Belajar 2 tentang Alam Semesta dan Bumi meliputi Galaksi, sistem Matahari, garis besar, seluk-beluk Bumi, teori tentang batas kehidupan, dan pengaruh-mempengaruhi antara keadaan Bumi dan sistem kehidupan yang ada di Bumi.

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat menjelaskan hal-hal berikut.

1. Pengertian dan sejarah ekologi.
2. Keterkaitan ekologi dengan ekologi manusia.
3. Perbedaan ekologi dengan ekologi manusia.
4. Peranan ekologi melalui penerapan prinsip-prinsip ekologi yang dinyatakan dalam ilmu lingkungan.
5. Gambaran Alam Semesta yang mencakup Galaksi, Bintang, Sistem Matahari, Bumi dan Hipotesis Gaia.

KEGIATAN BELAJAR 1

Ekologi dan Maknanya bagi Manusia

Ekologi berasal dari kata *oikos* (Yunani) yang artinya “*rumah tangga*” dan *logos*, yang artinya *studi* atau mempelajari. Jadi ekologi adalah *ilmu yang membahas rumah tangga (makhluk hidup)*. Dengan kata lain, ekologi mempelajari lingkungan rumah tangga dari seluruh makhluk hidup di dalam rumah tangganya, serta seluruh proses yang berfungsi untuk memungkinkan rumah itu dihuni para penghuninya (Odum 1983: 1-2). Ekologi mengungkapkan secara utuh menyeluruh pola, tatanan dan hubungan timbal-balik antara makhluk hidup sesamanya dengan semua faktor dalam lingkungan hidupnya itu.

A. SEJARAH EKOLOGI

Dalam sejarah ilmu pengetahuan dan tentang kehidupan, sebenarnya sejak dahulu kala, pemikir ulung, seperti Hipocrates, Aristoteles, dan pakar filosofi dari Yunani yang lain sudah mewarnai ajarannya dengan berbagai konsep ekologi. Makna tentang kehidupan peluang adanya keserasian, godaan kehidupan yang menimbulkan bencana yang mengancam kelangsungan peradaban, semuanya merupakan konsep, prinsip maupun hukum dasar yang mewarnai ekologi. Pada awal tahun 1700, seorang ahli mikrobiologi Antonie van Leeuwenhoek dalam pengamatannya terhadap jasad renik telah melihat adanya gejala rantai makanan, pengaturan populasi dan strategi hidup yang merupakan fenomena penting dalam ekologi. Ahli botani lain Richard Bradley mengungkapkan konsep tentang produktivitas hayati, yang merupakan subjek lain yang merupakan inti dari ekologi. Sampai saat itu pun sebenarnya belum dikenal istilah ekologi, dan baru pada tahun 1869 diperkenalkan istilah ekologi oleh Ernst Haeckel, seorang ahli biologi Jerman yang menekankan adanya hubungan timbal-balik antarsemua komponen kehidupan dalam satu sistem.

Berbagai konsep, prinsip dan hukum dalam kehidupan yang dipelajari dalam ekologi sudah dipikirkan para pakar sebelumnya. Hukum minimum dari Justus von Liebig tentang faktor utama yang menentukan mutu atau keadaan suatu sistem sudah dikembangkan sejak tahun 1840. Demikian pula konsep tentang keanekaragaman hayati, toleransi, suksesi, dan sebagainya,

dasar-dasarnya sudah dikemukakan para ahli biologi sebelum munculnya cabang ilmu pengetahuan ekologi. Oleh karena itu, sering kali sampai tahun 1970-an ekologi dianggap sebagai cabang dari biologi. Namun, di kemudian hari dengan merebaknya berbagai isu lingkungan hidup antara tahun 1968-1970 walaupun tetap mempunyai hubungan yang erat dengan biologi, tetapi ekologi mulai dilihat sebagai ilmu tersendiri yang interdisiplin, serta berdasarkan disiplin yang integratif yang mengaitkan berbagai proses fisik dan hayati. Bahkan digunakan untuk menjelaskan seluk-beluk kota dengan apa yang disebut ekologi kota, seluk-beluk administrasi melalui pendekatan ekologi administrasi dan sebagainya.

1. Ekologi dan Ekonomi

Ekonomi, merupakan disiplin ilmu yang dipelajari sejak tahun 1700-an sebelum istilah ekologi dikenal sebagai cabang ilmu pengetahuan. Ekonomi berakar dari kata *oikos* dan *nemein* yang berarti *manajemen* (pengelolaan). Bedanya dengan ekologi oikos dalam ekonomi yang dimaksud adalah *rumah tangga manusia*. Jadi, ekonomi memberi arti yang lebih sempit atau lebih khusus dibandingkan dengan ekologi karena ekonomi khusus mencakup studi bagaimana manusia harus mengelola rumah tangganya atau secara lebih khusus lagi bagaimana rumah tangga manusia dapat memperoleh manfaat sebesar-besarnya dari sumber daya yang dimilikinya. Selanjutnya, pembagian perolehan sumber daya itu juga harus efisien, yang diartikan hasilnya diperoleh dengan pengorbanan, biaya, energi dan waktu yang sekecil atau sehemat mungkin.

Dalam kenyataannya antara ekologi dan ekonomi muncul jarak pemisah yang cukup luas. Padahal, seharusnya ekonomi dan ekologi merupakan disiplin yang saling mendukung atau merupakan *mitra* dalam perkembangannya. Sebagai ilmu pengetahuan yang bertujuan serupa, yaitu bagaimana meningkatkan kesejahteraan dan makna kehidupan ini keduanya harus mengikuti kaidah yang sama. Manusia, seperti halnya makhluk jenis lain, memang jenis makhluk hidup yang harus mempertahankan kelangsungan hidup jenisnya, tetapi hal itu harus disertai kesadaran bahwa untuk itu diperlukan dukungan seluruh komponen lingkungan hidup di mana dia berada.

Dengan pertumbuhan ekonomi sering kali timbul berbagai masalah karena terkurasnya sumber daya alam karena terjadinya pencemaran serta berbagai kesenjangan dan kerawanan sosial. Keuntungan besar yang dikejar

dalam pertumbuhan ekonomi sering kali mengabaikan prinsip ekologi, seperti diabaikannya prinsip mengenai daya dukung atau daya tampung suatu sistem.

Kemampuan dari air, udara maupun tanah atau lingkungan pada umumnya, yakni daya tampung untuk mengasimilasi atau menetralkan produk-produk pencemar ada batasnya. Jadi, sering kali berbagai masalah lingkungan yang kita hadapi pada saat ini bertumpu kepada pemanfaatan teknologi untuk pertumbuhan ekonomi dengan mengabaikan konsep, prinsip serta hukum ekologi yang sebenarnya merupakan pengendali perilaku manusia yang tanpa disadari sudah melampaui batas untuk dapat ditoleransi daya dukung dan daya tampung lingkungan.

2. Ekologi dan Ekologi Manusia

Pada mulanya ekologi dibagi dalam dua cabang yang terpisah: ekologi tumbuhan (*plant ecology*) dan ekologi hewan (*animal ecology*), yang sebenarnya kurang tepat karena dalam konsep tentang komunitas (masyarakat makhluk hidup), tumbuhan dan hewan sulit untuk dipisahkan. Hubungan antara tumbuhan dan hewan juga tidak terpisahkan dalam konsep rantai makanan dan daur materi. Kalau kita bicarakan kehidupan hewan, seperti kijang, kerbau, dan kuda jelas kelangsungan hidupnya juga sangat tergantung pada tumbuhan, rumput, dan sebagainya.

Pembagian ekologi yang lain adalah membedakan studi ekologi yang memusatkan perhatian pada *satu* jenis makhluk hidup yang disebut *autekologi*, sedang yang membahas *lebih dari satu jenis* disebut *sinekologi*. Jadi salah satu autekologi, misalnya ekologi dengan pembahasan yang terpusat pada manusia disebut *ekologi manusia*. Ekologi manusia yang memusatkan permasalahan pada dan di sekitar manusia, tentu tidak mungkin meninggalkan pembicaraan tentang makhluk hidup lain di luar manusia. Misalnya, *tumbuhan*, padi, sayur, *hewan*, kucing, nyamuk, dan kambing yang ada hubungannya dengan manusia tidak akan luput dari pembahasan. Demikian pula halnya *autekologi* dari kucing, nyamuk atau kambing, manusia mungkin juga dibahas hubungannya dengan kucing, nyamuk atau kambing, dan sebagainya.

Dalam sinekologi masalahnya berbeda karena tidak ada satu jenis makhluk hidup yang akan menjadi pusat pembahasan. Contohnya, *ekologi hutan tropika* karena di dalamnya terdapat berbagai jenis hewan dan tumbuhan, jenis-jenis itu akan dibahas hubungannya satu dengan yang lain

dalam ekosistem hutan tropika. *Ekologi Danau Toba* juga *sinekologi* karena yang dibahas adalah suatu ekosistem di mana terdapat berbagai jenis makhluk hidup, baik tumbuhan maupun hewan yang hidup dan terdapat atau berkaitan dengan jenis yang ada di dalam Danau Toba.

B. PERANAN EKOLOGI

Ekologi yang mempelajari berbagai hubungan timbal-balik antarberbagai komponen yang membentuk suatu lingkungan yang utuh adalah cabang ilmu pengetahuan yang menghasilkan pemikiran dasar yang sangat penting untuk memahami seluk-beluk dan makna kehidupan.

1. Holisme dan Merologisme

Filsafat ilmu pengetahuan mengajarkan pendekatan menyeluruh dari suatu sistem yang utuh yang disebut pemikiran yang *holistik*. Artinya, mempelajari ekologi berarti harus mengenal bagian-bagian atau komponen-komponen dalam *sistem*; dan bagaimana bagian atau komponen yang ada itu terkait satu dengan yang lain, baik langsung maupun tidak langsung. Semua bagian memiliki maknanya sendiri-sendiri dan bagian-bagian itu dapat direduksi sampai yang sekecil-kecilnya. Bagian-bagian ini dipelajari dalam merologi (*meros* = bagian) dan hal ini berkembang dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang disebut *reduksionisme* atau *atomisme* yang dipelopori oleh Isaac Newton.

Dalam ekologi, bagian-bagian ini dilihat dalam *satu kesatuan*. Keutuhan sistem ini sangat penting karena dalam mengelola sistem, upaya untuk mengatur bagian-bagian sebagai satu kesatuan menjadi dasar utama dalam mengatur perilaku kita. Misalnya, saja kalau di rumah kita merasa terganggu oleh kecoak, semut atau nyamuk maka secara utuh harus dilihat mengapa kecoak atau semut itu begitu banyak jumlahnya sehingga menimbulkan gangguan. Upaya mengatasi gangguan kecoak atau semut menggunakan pestisida tidak akan menuntaskan masalah karena kehadiran mereka mempunyai makna yang sering kali tidak terpikirkan dan tidak terduga. Kehadiran mereka dalam arti positif adalah untuk memanfaatkan adanya ceceran makanan, sisa minuman, dan lain-lain. Makna positif dari kehadiran mereka adalah membersihkan lingkungan yang “kotor”. Jadi, dalam *pendekatan holistik*, cara yang terbaik adalah menjaga kebersihan karena

dalam sistem yang bersih, “bantuan” kecoak dan semut untuk membersihkannya tidak kita perlukan.

Dengan adanya pendekatan holistik ini tidak berarti bahwa pendekatan *atomisme* atau *reduksionisme* tidak penting. Berbagai macam penyakit kanker misalnya hanya dapat dikenal kalau dipelajari anatomi sel, bahkan dipelajari secara subseluler, molekuler atau submolekuler sehingga dapat diketahui seluk-beluknya untuk dapat dicegah serta diatasi.

2. Pemunculan Sifat Baru dan Sifat Kolektif

Dalam ekologi juga dikenal adanya *sifat baru yang muncul* dalam suatu sistem yang disebut *emergent property*. Sifat baru tidak dapat direduksi menjadi sifat bagian-bagiannya (*nonreducible*) karena sifat yang muncul itu berbeda dari sifat masing-masing bagian dari sistem itu. Dalam ekologi kita mengenal sifat atau properti hutan sebagai satu sistem. Tetapi sifat hutan itu tidak sama dengan jumlah sifat-sifat dari tumbuhan dan hewan yang berada di dalam hutan itu. Ini tidak berarti bahwa sifat atau properti masing-masing individu hilang atau terhapus. Begitu masing-masing berdiri sendiri, sifat individu itu akan tampak kembali. Contoh lain yang mungkin lebih jelas adalah *hidrogen* dan *oksigen* yang keduanya berupa gas, tetapi melalui suatu proses kimia (hubungan timbal-balik kimiawi) keduanya menjadi air yang umumnya bersifat cair atau beku (padat) atau uap.

H-gas dengan sifat-sifatnya;

O-gas dengan sifat-sifatnya;

H₂O cair dalam keadaan tertentu dapat berupa padat (es) atau uap dengan *sifat muncul* yang berbeda dengan sifat H dan O sendiri-sendiri.

Dalam ekologi juga dikenal *sifat kolektif* atau *collective property* yang dapat direduksi (*reducible*). Misalnya, pertumbuhan suatu populasi berikut.

- a. Desa A populasi tikusnya 150, dengan pertumbuhannya 5% per bulan, artinya bulan depan menjadi 157 atau 158 ekor (5% merupakan *sifat individu* dari populasi tikus di A).
- b. Desa B populasi tikusnya 200, dengan pertumbuhan 10% per bulan sehingga bulan depan populasinya menjadi 220 ekor (10% merupakan *sifat individu* dari populasi tikus di B.).

- c. Kedua desa A dan B populasinya 350 ekor, bulan depan menjadi 377 ekor atau dengan pertumbuhan 7,7% per bulan (7,7% merupakan *sifat kolektif* kedua populasi tikus di A maupun di B).

Dari contoh ini terlihat bahwa populasi tikus di kedua desa mempunyai sifat atau properti masing-masing berupa kecepatan pertumbuhan yang berbeda, sifat atau properti tikus di masing-masing desa tetap dapat dipisahkan yakni pertumbuhan 5% dan 10% walaupun sifat kolektifnya lain (7,7%). Selanjutnya, dapat dilihat juga uraian dalam Odum 1983: 5-6.

3. Model Ekologi

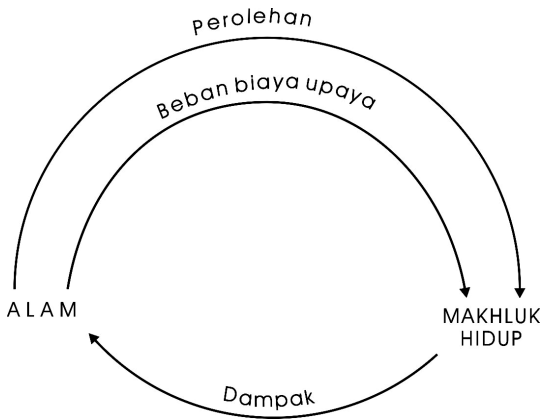
Ciri ilmiah dari ekologi adalah adanya *metode ilmiah* dan paradigma *ilmiah* (Salim 1993). Metode ilmiah ekologi adalah suatu persoalan yang disusun secara sistematis (*systematic enquiry*) yang meliputi pengamatan (*observasi*), perkiraan (*spekulasi*), dan alasan (*reasoning*).

Urutan *metode ilmiah* ekologi adalah:

- a. identifikasi permasalahan (dalam sistem ekologi);
- b. jawaban sementara berdasar asumsi ilmiah, yang dapat dinyatakan dalam bentuk pertanyaan atau dalam bentuk hipotesis;
- c. diuji apakah hipotesis itu benar (melalui percobaan atau dapat juga dengan dialog dengan pakar dari berbagai disiplin);
- d. tindak lanjut, kalau hipotesis itu ternyata (dianggap) benar;
- e. hipotesis itu diubah atau dirumuskan kembali, kalau ternyata keliru.

Paradigma ilmiah ekologi adalah aplikasi dari metode ilmiah untuk memahami dan menyederhanakan keadaan yang rumit agar berbagai masalah yang pokok serta hubungan pengaruh-mempengaruhi dapat ditampilkan sejelas-jelasnya.

Model yang umum dalam Ekologi, seperti terlihat pada Gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1.1.

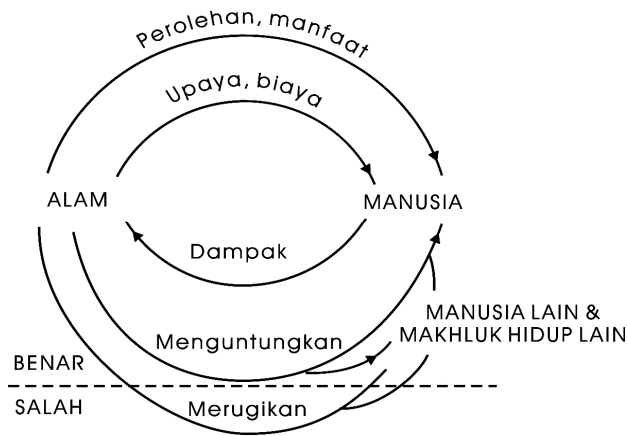
Ekologi menunjukkan hubungan timbal-balik antara makhluk hidup dengan alam dari mana makhluk hidup memperoleh sesuatu guna memenuhi kebutuhan hidupnya serta menanggung beban, biaya atau upaya. Hal ini menimbulkan dampak, akibat atau perubahan terhadap alam (lihat juga Soerjani 1993: 100-101)

4. Ekologi Manusia

Model dalam Gambar 1.2 berikut merupakan fenomena dasar yang berlaku bagi semua hubungan timbal-balik antara makhluk hidup termasuk manusia dengan Alam. Semua perolehan didapatkan dengan pengorbanan, beban atau biaya dan upaya. Kenyataan bahwa Alam juga akan mengalami dampak atau perubahan yang akibatnya juga akan menimpa makhluk hidup atau manusia itu sendiri. Jadi, akibat dan timbulnya dampak itu dalam ekologi manusia perlu diperhitungkan apakah menguntungkan atau merugikan diri sendiri ataupun merugikan manusia serta makhluk hidup lain.

Jadi, dari model ini jelas bahwa *ekologi manusia* menganut falsafah berikut.

- Manusia harus mampu mempertahankan kelangsungan kehidupan dirinya, keturunannya serta sesama manusia yang lain;
- Yang baik untuk manusia juga harus baik untuk Alam, dan baik untuk makhluk hidup lain karena perolehan serta manfaat yang diperolehnya sangat tergantung pada Alam itu sendiri, baik secara langsung ataupun melalui kebutuhan serta ketergantungan manusia akan makhluk hidup lain.



Gambar 1.2.

Hubungan manusia dengan Alam dalam ekologi manusia sama dengan model hubungan makhluk hidup dengan Alam dalam ekologi, tetapi ada pertimbangan benar atau salah tergantung apakah dampak yang timbul itu mengakibatkan keuntungan atau kerugian bagi diri sendiri atau bagi manusia serta makhluk hidup lain.

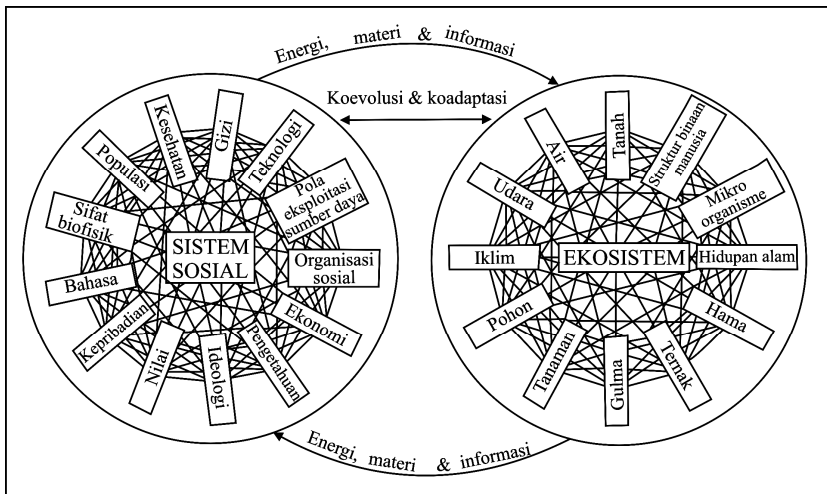
(Soerjani 1997; Modifikasi dari Beale 1980).

Cukup jelas kiranya peranan atau manfaat ekologi dalam *menunjang*, serta *membatasi* perilaku manusia berdasarkan kaidah, hukum dan ketentuan lain dalam ekologi.

Rambo (1981) menggambarkan model ekologi manusia, seperti yang terlihat pada Gambar 1.3. Dalam ekologi manusia sistem di mana kita berada dibagi dalam ekosistem dan sosiosistem yang berhubungan satu sama lain dalam proses seleksi dan adaptasi. Sementara itu, dari kedua sistem itu juga terjadi pertukaran (aliran) energi, materi, dan informasi.

Dalam model ini ditunjukkan bahwa pada hakikatnya baik ekosistem maupun sosiosistem masih mempunyai hubungan eksternal dengan ekosistem atau sosiosistem lain baik berupa masukan dari maupun keluaran ke sistem lain. Bandingkan model ini dengan model lingkungan hidup, seperti pada Gambar 1.5. Menurut UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pokok-pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, sosiosistem pada Gambar 1.3 itu dalam model lingkungan hidup Gambar 1.5 masih dapat dipisahkan antara lingkungan hidup buatan manusia (*man made environment*) dengan lingkungan hidup sosial (*social environment*). Dalam ekosistem menurut

model Rambo, struktur binaan manusia (*human built structure*), termasuk tanaman budi daya (*crops*), gulma (*weeds*), ternak (*livestock*), dan hama (*pest*) yang merupakan sistem yang berorientasi pada binaan/kepentingan manusia dimasukkan dalam ekosistem. Hal ini merupakan perbedaan persepsi tentang lingkungan hidup yang perlu kita cermati. Demikian pula istilah hidupan liar (*wildlife*) perlu dimodifikasi menjadi hidupan alam (*natural life*).



Gambar 1.3.

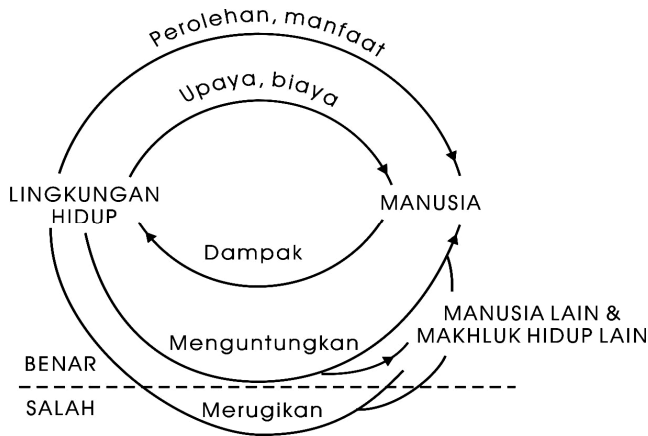
Ekosistem dan sosiosistem menurut model dari Rambo (1981) dan dalam Marten 2001: 97, dengan sedikit modifikasi *wildlife* (hidupan liar) diganti dengan kehidupan alam (*natural life*).

5. Ilmu Lingkungan

Perbedaan yang cukup mendasar antara ekologi manusia dengan ilmu lingkungan adalah sebagai berikut.

- a Pada ekologi manusia hubungan antarmanusia dalam memperoleh topangan eksistensi dan kehidupannya adalah dari Alam (Gambar 1.3). Sedangkan dalam ilmu lingkungan, hubungan antara manusia dengan lingkungan hidupnya yang merupakan perluasan dari pengertian ekosistem yang masih alami. Alam atau ekosistem sudah berkembang menjadi lingkungan hidup yang terdiri atas lingkungan hidup alami, lingkungan hidup sosial dan lingkungan binaan manusia, seperti yang

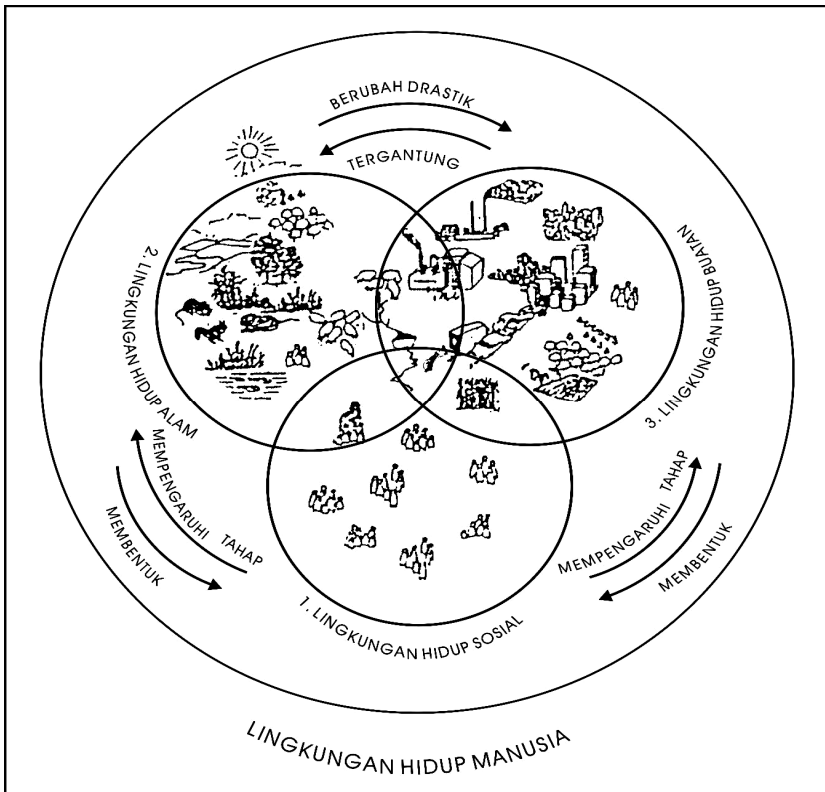
terlihat dalam Gambar 1.5. Hal ini diterangkan dengan Gambar 1.4. Dalam ilmu lingkungan dengan kepedulian lingkungan sejak tahun 1970-an maka lingkup ilmu lingkungan mempunyai dimensi yang lebih luas tidak hanya kepentingan nasional, tetapi menjadi meluas dalam konteks global karena berbagai masalah lingkungan ternyata mempunyai sangkut-paut dengan kepentingan internasional.



Gambar 1.4

Dalam ilmu lingkungan manusia berhubungan dengan lingkungan hidup untuk memperoleh manfaat dengan upaya dan biaya, sedang dampak yang ditimbulkan dapat menguntungkan atau merugikan manusia lain serta makhluk hidup lain yang juga tergantung pada keadaan lingkungan hidup di mana kita berada.

Berbeda dengan model Rambo tentang ekologi manusia, lingkungan hidup ditandai dengan adanya ekosistem atau lingkungan hidup alam, lingkungan hidup binaan atau buatan manusia sebagai hasil penerapan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni, serta lingkungan hidup sosial yang merupakan perwujudan dan wajah sosial dari populasi manusia (Gambar 1.5).



Sumber: Soerjani 1987

Gambar 1.5

Lingkungan hidup yang terdiri atas lingkungan hidup alam, lingkungan hidup binaan dan lingkungan hidup sosial yang saling berkaitan dan saling menentukan corak atau kualitas lingkungan hidup secara keseluruhan.

Bandingkan model ini dengan model dari Rambo (hal 1.8).



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Berikan uraian bahwa seharusnya ekonomi dan ekologi berkembang searah dalam mendukung pembangunan, serta beri penjelasan bahwa keduanya justru berkembang ke arah yang bertentangan!

- 2) Apa makna perkembangan ilmu pengetahuan ke arah merologis dan apa peranan pendekatan yang holistik. Berilah contoh untuk menjelaskannya!
- 3) Semua pengada baik yang makhluk hidup maupun yang nirhidup memiliki sifat atau ciri masing-masing. Dalam suatu sistem di mana berbagai pengada itu berada bersama dan berinteraksi satu sama lain dapat muncul sifat bersama atau sifat kolektif yang dapat direduksi (*reducible*) menjadi sifat masing-masing, tetapi sifat baru dapat timbul yang *nonreducible* (tidak dapat dipisahkan).

Berikan contohnya guna menjelaskan hal tersebut!

- 4) Apa perbedaan antara ekologi, ekologi manusia, dan ilmu lingkungan?
- 5) Ekologi mempunyai ciri objektif, seperti cabang ilmu pengetahuan yang lain.

Beri penjelasan ciri pertama dari metodologi ilmiah, yakni menetapkan (identifikasi) masalah. Beri contoh masalah ekologi apa pada saat ini yang Anda hadapi di tempat Anda berada. Bagaimana cara pendekatan Anda mengatasi masalah ini?

Petunjuk Jawaban Latihan

Pelajari kembali materi Kegiatan Belajar 1 tentang hal-hal berikut.

- 1) Persamaan dan perbedaan antara ekologi dan ekonomi.
- 2) Persamaan dan perbedaan antara ekologi manusia dan ilmu lingkungan.
- 3) Sifat atau ciri-ciri dalam kehidupan.
- 4) Pelajari mengapa pengaruh ekonomi dalam pembangunan bersifat dominan!
- 5) Pelajarilah kemungkinan menyatukan pertimbangan ekonomi dengan pertimbangan ekologi!



RANGKUMAN

Ekologi Manusia dipelajari untuk mengenal tempat, makna, dan peranan keberadaan kita sebagai manusia dalam “rumah tangga” kehidupan di Bumi yang merupakan bagian sangat kecil dalam keluasan Jagat Raya dan dalam Kebesaran Maha Penciptanya.

Menurut sejarahnya berbagai prinsip dan kaidah ekologi sudah dirintis oleh para ahli filsafat pada dasawarsa sekitar awal tahun 1700,

seperti pengertian tentang rantai makanan, strategi hidup, dan sebagainya. Pada saat mana *ekonomi*, “ilmu rumah tangga manusia” mulai dikembangkan. *Ekologi* sendiri “ilmu rumah tangga makhluk hidup” sebagai cabang ilmu pengetahuan baru berkembang tahun 1869.

Ilmu pengetahuan tentang kehidupan berkembang secara *merologi* dengan melihat bagian-bagian suatu sistem sampai organ, sel, dan atom yang sangat berguna dalam berbagai masalah (kesehatan, rekayasa genetik, dan sebagainya) di samping juga berkembang secara *holistik* (utuh) sehingga keterkaitan suatu unsur dalam kehidupan satu sama lain dapat diketahui dan dapat dikelola secara makro dalam sistemnya.

Berbagai *sifat hakiki* dari suatu unsur kehidupan dapat berdiri sendiri tetapi keberadaannya dalam suatu sistem pada umumnya menyebabkan munculnya *sifat kolektif* dari sistem itu yang dapat merupakan penjumlahan sifat masing-masing, tetapi dapat juga berupa sifat kolektif baru yang bukan merupakan jumlah sifat masing-masing komponen.

Ekologi sebagai cabang ilmu pengetahuan berciri *metodenya yang ilmiah* dan digambarkan secara ringkas dengan *paradigma ilmiah*. Metode ilmiah itu dimulai dengan penetapan masalah, asumsi ilmiah (dapat berupa hipotesis), pengujian asumsi atau hipotesis, serta tindak lanjut. Paradigma ilmiah dari ekologi dicirikan dengan hubungan timbal-balik makhluk hidup dengan komponen lain dalam kehidupan yang dapat berupa perolehan maupun kerugian yang selalu menimbulkan dampak atau perubahan dalam sistem di mana hubungan itu berlangsung.

Dalam *ekologi manusia* hubungan timbal-balik itu terjadi antara manusia dengan seluruh komponen lingkungan di mana manusia berada atau berkepentingan. Sedangkan dalam *ilmu lingkungan* hubungan timbal-balik itu harus dinilai *benar* kalau menimbulkan manfaat bagi dirinya serta bagi manusia dan makhluk hidup lain, tetapi menjadi *salah* kalau justru merugikan dirinya sendiri maupun manusia dan makhluk hidup lain.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Ekologi dan ekonomi
 - A. tidak mungkin disatukan
 - B. tidak perlu diserasikan
 - C. perlu diselaraskan perkembangannya
 - D. sangat berbeda sasarannya

- 2) Sifat atau ciri kolektif dari pengada di suatu sistem
 - A. merupakan perkalian antara berbagai sifat komponennya
 - B. dapat merupakan ciri baru yang bukan jumlah dari ciri komponen pendukungnya
 - C. tidak mungkin sama dengan jumlah ciri semua komponennya.
 - D. ciri masing-masing komponen tetap tampak dalam ciri kolektif
- 3) Ekologi manusia berciri
 - A. berbeda dengan ekologi
 - B. berbeda dengan ilmu lingkungan
 - C. berbeda dengan ekonomi
 - D. pusat permasalahannya adalah manusia itu sendiri
- 4) Manusia yang menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi
 - A. dapat hidup tanpa makhluk hidup lain
 - B. dapat semaunya dalam memanfaatkannya agar kehidupan ini dipenuhi dengan kepuasan
 - C. perlu menerapkannya untuk memperoleh kepuasan maksimal dalam kehidupan
 - D. perlu memanfaatkannya bagi keserasian hidup antara faktor alam, faktor binaan manusia dan lingkungan hidup sosial
- 5) Langkah yang utama guna menghadapi masalah dalam kehidupan adalah....
 - A. menentukan dengan segala kearifan masalah yang dihadapi
 - B. menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dikuasainya
 - C. memanfaatkan sumber daya alam secara maksimal
 - D. menguasai sumber daya manusia lain untuk dieksploitasi

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Alam Semesta dan Bumi

Alam Semesta, Alam Raya, Jagat Raya atau *universe* dalam arti luas berarti totalitas dari segenap pengada (*entities*) dan semua proses yang ada. Dalam istilah ini tercakup semua modus dari eksistensi Alam maka segenap ilmu pengetahuan, seperti astronomi, fisika, biologi, kimia, sosiologi, antropologi, dan psikologi memberikan saham pengertian kita tentang apa yang terkandung dalam subjek, materi, tatanan dan masalah yang menyeluruh ini. Dalam pengertian yang lebih sempit, dalam Alam Semesta tercakup sistem dari seluruh benda astronomi. Atas dasar batasan ini maka ilmu yang mempelajari Jagat Raya ini disebut kosmologi. Ilmu pengetahuan tentang Jagat Raya ini menjangkau wilayah *astronomi* sebagai sistem fisik melewati batas yang terjangkau oleh teleskop modern, dengan menggunakan fisika matematika, yang menghasilkan gambaran tentang Alam Semesta.

Dalam perkembangan kosmologi tercatat nama pakar-pakar dari berbagai Bangsa, seperti Alearghani ahli astronomi dari abad ke-9, di samping sebelumnya juga dikenal Eudoxus Cnidus (abad 4 SM), Calippus Cyzicus (abad 4 SM), Aristoteles (384-322 SM), dan sebagainya. Kemudian, pada tahun 1543 Nicolaus Copernicus mengajukan teori matematika tentang pergerakan planet yang lebih dapat diterima daripada teori sebelumnya dan nama pakar-pakarnya bertambah, yaitu Rene Descartes, Isaac Newton, dan sebagainya. Pakar astronomi Indonesia yang terkenal diantaranya adalah Dr. Bambang Hidayat, guru besar Astronomi, ITB, Bandung.

A. ALAM SEMESTA

Dalam sejarahnya pemahaman tentang struktur Alam Semesta mengarah kepada *mitologi*. Dalam mitologi Mesir, Bumi dan Langit dikuasai oleh “Dewa” *Keb* dan “Dewi” *Nut*, sedang menurut mitologi Yunani dikuasai oleh *Gaia* dan *Ouranos*.

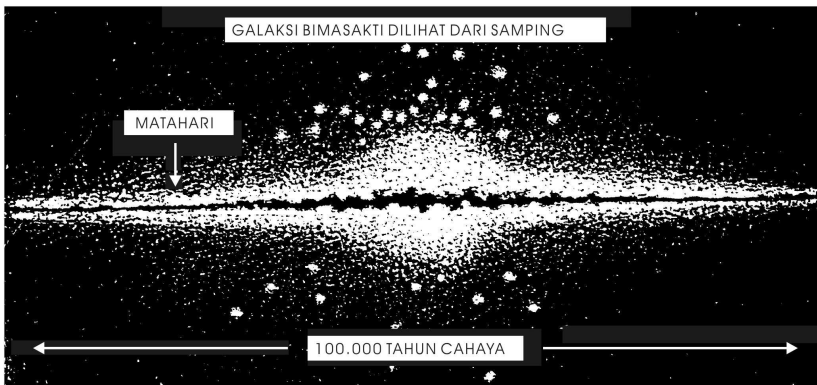
1. Galaksi

Galaksi (*galaxy*) adalah sistem bintang yang besar, terdiri atas berjuta atau bermiliar Bintang. Dengan menggunakan teleskop diperkirakan ada 500 juta Galaksi yang masih terjangkau pada jarak 5 miliar tahun cahaya. Salah

satu Galaksi di mana Matahari dan kesembilan planet berada adalah Galaksi *Bimasakti* (juga disebut *Milky Way*). Salah satu Galaksi yang terdekat dengan Galaksi kita adalah Andromeda yang terletak pada jarak 2,2 juta tahun cahaya, dengan diameter dua kali lebih besar dari Bimasakti.

Studi tentang Galaksi dimulai dengan teleskop sederhana pada abad ke-17 dan ke-18, dan ditemukan adanya bercak-bercak cahaya di angkasa. Bercak dan lintasan cahaya itu disebut *nebulae* (= kabut (Latin)). Studi yang lebih intensif di akhir abad ke-18 dan permulaan abad ke-19 dilakukan oleh pakar astronomi Inggris William Herschel dan anaknya dengan menggunakan teleskop yang dilengkapi dengan pemotretan. Dengan teknik spektrografi diketahui bahwa sebagian *nebulae* itu berupa gas. Gas ini bersinar oleh emisi kembali sinar ultraviolet dari bintang di dekatnya. Sampai saat ini dikenal empat macam kelas Galaksi, yakni yang berbentuk spiral, spiral yang bercabang, elips, dan tidak beraturan.

Bimasakti berbentuk spiral yang pipih sehingga dari samping, tampak sebagai cakram dengan diameter 100.000 tahun cahaya (Gambar 1.6). Matahari sendiri terletak cukup jauh dari inti galaksinya, yakni dengan jarak 20.000 tahun cahaya. Bintang-bintang yang berdekatan dengan Matahari mengalami rotasi galaksi dengan kecepatan 260 km/detik. Matahari beredar dalam satu putaran terhadap pusat Galaksi Bimasakti selama 225 juta tahun (Gambar 1.7)



Gambar 1.6.
Galaksi Bimasakti Tampak dari Samping (Berbentuk Cakram)



Sumber: Anon 1971

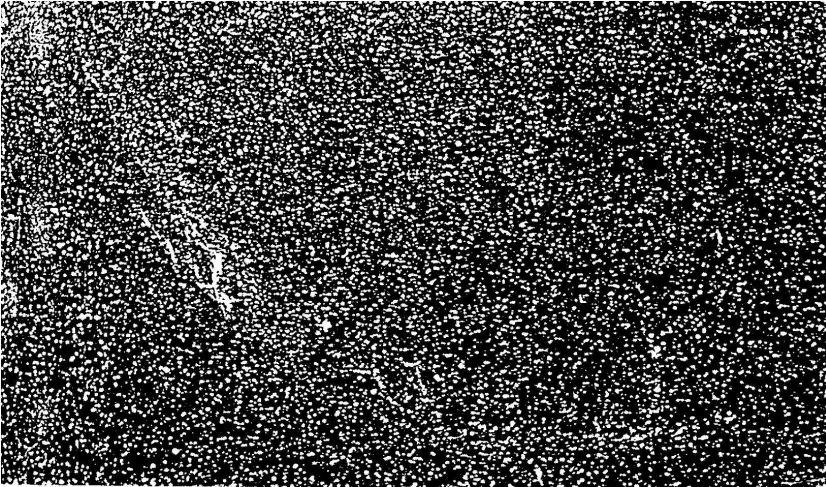
Gambar 1.7.
Galaksi Bimasakti berbentuk Spiral

Galaksi merupakan konglomerat dari bintang muda dan bintang tua yang massa seluruhnya 90% dari massa Galaksi, selebihnya adalah debu kosmik. Gas yang berada di antara bintang-bintang itu terutama terdiri atas atom-atom hidrogen dan helium. Di samping itu juga terdapat campuran unsur lain, seperti karbon, oksigen, neon, besi, kalsium, dan sebagainya. Sedangkan debu kosmik terdiri atas karbon nitrogen dan oksigen dengan sedikit besi.

Para pakar kosmologi sepakat bahwa Jagat Raya ini mengalami evolusi perkembangan. Seratus miliar tahun yang lalu seluruh massa galaksi itu mungkin berada bersama dalam volume yang relatif kecil, lalu terjadi ekspansi dan saling menjauhi. Galaksi Bimasakti sendiri terjadinya kurang lebih pada separuh waktu itu.

2. Bintang

Dengan mata telanjang mungkin sekitar ratusan Bintang yang akan terlihat karena jarak pandang kita terbatas pada empat tahun cahaya. Tetapi dengan bantuan teleskop, kita dapat melihat adanya ratusan juta bintang di Jagat Raya ini, termasuk bintang yang letaknya sejauh ratusan juta tahun cahaya.



Sumber: Anon 1973

Gambar 1.8.

Berjuta Bintang di Langit yang dlpotret dengan Teleskop di Mana Tampak Nebula Veil dalam Konstelasi Cygnus

Bintang-bintang itu terdiri sebagian besar atas hidrogen yang merupakan sumber energi yang berasal dari reaksi kimia nuklir yang terjadi. Di samping itu juga terdapat unsur lain seperti helium, nitrogen, oksigen, besi, nikel, dan seng yang semuanya berada dalam bentuk gas. Energi ini dipancarkan sebagai panas, cahaya dan energi lainnya.

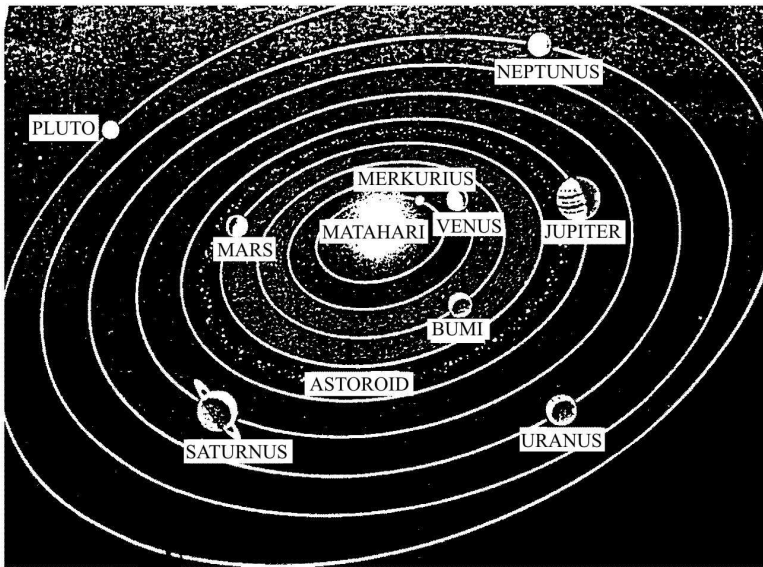
3. Sistem Matahari

Matahari adalah sebuah bola besar yang penuh dengan gas yang panas sekali. Dari Matahari terpancar sinar dan panas. Sinar dan panas itu diterima oleh sembilan planet termasuk Bumi yang mengitarinya.

Matahari yang terbentuk lima miliar tahun yang lalu mempunyai diameter 1.393.000 km (dengan diameter Bumi 12.762 km, volume Matahari 1.303.600 kali lebih besar dari volume Bumi). Matahari terdiri atas 69,5% hidrogen dan 28% helium. Di samping itu, terdapat karbon, nitrogen, dan oksigen dengan massa $\pm 20\%$ serta magnesium, belerang, silikon dan besi sebanyak 0,5%.

Matahari merupakan pusat dari *Sistem Matahari* yang dikelilingi oleh sembilan Planet, berturut-turut: Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto (Gambar 1.9).

Terjadinya Planet dalam sistem Matahari ini mula-mula sekali diterangkan oleh Pierce Simon Laplace (1749–1822) dengan teorinya yang disebut *teori Bangbang* yang mengatakan bahwa massa Matahari yang berputar melepas sebagian dari massanya yang kemudian menjadi sembilan Planet. Teori lain yang dikembangkan oleh Thomas C. Chamberlin (1843–1928) dan Forest R Moulton (1872–1952) dari Amerika Serikat yang mengetengahkan *teori Planetisional* (artinya planet kecil). Menurut teori ini, sebuah Bintang lain mendekati Matahari. Gravitasi dari Bintang ini menyebabkan tertariknya keluar massa Matahari itu lalu bercerai-berai membentuk kesembilan Planet. Teori lain terbentuknya sistem Matahari adalah yang disebut *teori Tidal* dari dua orang Inggris: Harrold Jeffrey (1891) dan Sir James Jean (1877–1946), yang mirip teori Planetisional. Jadi kehadiran Bintang lain di dekat Matahari menyebabkan terjadinya pasang naik permukaan Matahari dan massanya terlepas sebagai Planet-planet. *Teori Abu dan Kabut* dikemukakan oleh astronom Jerman Carl Von Weizacker (1919–) yang mendasarkan terbentuknya sistem Matahari itu dari abu dan kabut yang berputar dan menggumpal sebagai Matahari dan Planet-planetnya.

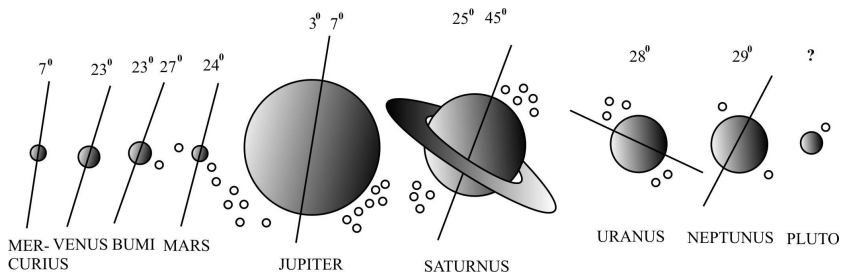


Sumber: Anon 1973: 22 - 23

Gambar 1.9.

Matahari yang berada di pusat sistem Matahari dikelilingi oleh sembilan Planet. Lintasan Venus sampai Mars menunjukkan wilayah yang tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin. Bumi berada di dalamnya, artinya memungkinkan berlangsungnya kehidupan seperti yang kita kenal sekarang. Di antara Mars dan Jupiter terdapat beberapa ribu planet kecil yang disebut Asteroid.

Kesembilan Planet itu berturut-turut menurut jaraknya dari Matahari adalah Merkurius, Venus, Bumi (dengan satu satelit: bulan), Mars (dengan dua satelit), Jupiter (dengan 12 satelit), Saturnus (dengan sepuluh satelit), Uranus (dengan 5 satelit), Neptunus (dengan dua satelit), dan Pluto (mungkin dengan satu satelit) (lihat Gambar 1.10). Salah satu planet yang menarik perhatian para pakar astronomi adalah planet Saturnus yang mempunyai "cincin" (lihat Gambar 1.9 dan 1.10 yang terdiri atas tiga bagian dengan ketebalan ± 15 km dan lebar seluruhnya hampir 60.000 km dengan jarak ± 10.000 km dari planet Saturnus.



Sumber: Anon 1973

Gambar 1.10.

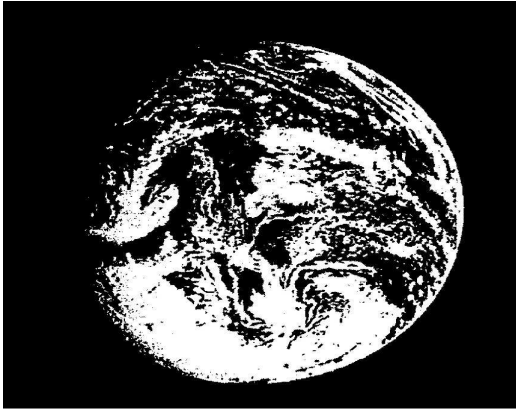
Ukuran relatif dari Planet-planet dari sistem Matahari dengan satelit atau bulan yang mengikuti orbit Planet-planet itu. Orbit dari semua Planet itu dalam mengitari Matahari melewati dataran bidang yang sama dengan kemiringan yang berbeda-beda (lihat angka-angka kemiringan)

4. Bumi

Bumi dipelajari terutama melalui disiplin *geologi*. Sebagai bagian dari Jagat Raya, manusia dengan segenap kehidupan berada di dalamnya. Dalam mempelajari ekologi manusia, Bumi perlu dikenali dalam kaitannya dengan keberadaan manusia dan seluk-beluk kehidupan itu secara keseluruhan.

Bumi terbentuk bersamaan dengan terbentuknya seluruh sembilan Planet, yang usianya kira-kira setengah dari usia Matahari. Bumi berputar dengan kecepatan 23 jam 56 menit dan 4,09 detik dan putaran ini disebut satu hari. Dengan jarak 958 juta km dari Matahari, Bumi mengitari Matahari selama 365 hari 8 jam 9 menit dan 9,54 detik, yang kita sebut satu tahun. Perputaran ini mengikuti gerak Matahari mengitari inti Bimasakti dengan kecepatan 69.200 km per jam selama 225 juta tahun sekali putar.

Dilihat dari angkasa, Bumi terlihat sebagai bulatan besar kebiruan oleh dominasi air, dengan bercak-bercak hijau, merah, dan putih di permukaannya. Kalau bulatan itu didekati tampak bahwa warna-warni itu ternyata adalah hutan, padang pasir, padang rumput, gunung, danau, lautan, pertanian dan permukiman desa dan kota. Setiap bercak mempunyai sifatnya sendiri dan dihuni oleh makhluk hidup sesuai dengan tipe iklim dan lingkungannya masing-masing.

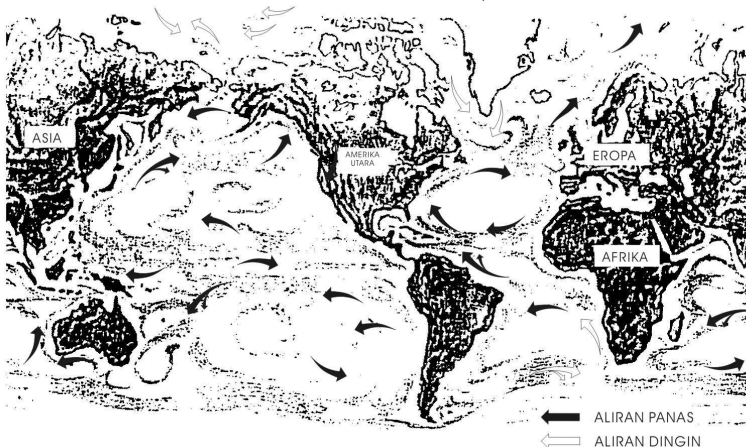


Sumber: Anon 1989: 534

Gambar 1.11.

Bumi dipandang dari angkasa, tampak kebiruan karena permukaan air yang diselimuti dengan awan yang tampak keputihan (Foto dari Antariksawan NASA, Amerika Serikat)

Bagian Bumi yang tertutup air lautan dengan air asin karena terlarutnya berbagai mineral di dalamnya, dan yang paling mudah dan banyak terlarut ($\pm 75\%$) adalah NaCl (garam), di samping itu juga terlarut Mg, Ca, dan K. Air laut ini mengalami aliran yang menyerupai aliran sungai (Gambar 1.12).



Sumber: Anon 1973: 17

Gambar 1.12.

Aliran Air Laut yang Menyerupai Aliran Sungai

Bumi merupakan bulatan besar yang mengalami perubahan terus-menerus sejak waktu terbentuk. Berbagai faktor alam kebumihan (*alogenik*) sering kali terjadi di luar perhitungan manusia, seperti gempa bumi, letusan gunung api, erosi, longsor, petir, halilintar, tsunami, El-Niño, La-Niña dan sebagainya. Dinamika ini, antara lain disebabkan oleh gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dangkal. Di luar lempeng benua ini terdapat laut sedalam ± 5 km. Perubahan permukaan Bumi terjadi karena pelapukan, erosi, gerakan massa dan adanya berbagai perubahan lain pada kerak Bumi.

Pelapukan adalah terpecahnya batuan oleh air, es, bahan kimia, tumbuhan dan berubah-ubahnya suhu. Apabila dilihat prosesnya, pelapukan dapat bersifat fisika dan kimia. Pelapukan fisika berupa penghancuran batuan secara fisik tanpa mengubah susunan kimianya. Pelapukan ini dapat disebabkan oleh pengaruh suhu, air, angin, cuaca, dan *gletser* (es yang bergerak). Pelapukan kimia adalah perubahan susunan bahan kimia. Berlangsungnya pelapukan kimia memerlukan air. Pelapukan ini menyebabkan perubahan sebagian atau seluruh mineral menjadi mineral baru. Tanah yang dihasilkan akan mempunyai susunan yang sangat berbeda dengan susunan bahan induknya. Dengan perantara air pelapukan kimia terjadi oleh tumbuh-tumbuhan, hewan, dan bahan yang terlarut. Kedua proses baik yang kimia maupun fisika biasanya berlangsung bersama-sama dan saling mempengaruhi satu sama lain sedemikian rupa sehingga sukar dibedakan hasil pelapukannya. Adakalanya proses pelapukan yang satu lebih berpengaruh dari proses yang lain. Untuk tanah air kita, yang termasuk beriklim tropika basah, proses pelapukan kimia lebih berpengaruh daripada proses pelapukan fisika.

Erosi merupakan gabungan dari pelapukan dan perpindahan bahan lapuk. Air, angin dan gletser merupakan penyebab utama erosi. Ada 2 macam erosi, ialah *erosi geologi* yang tak merugikan karena pengikisan tanah lebih lambat daripada pembentukan tanahnya, dan *erosi dipercepat* yang merusak karena proses pengikisan tanah lebih cepat daripada pembentukan tanahnya. Erosi oleh air membekaskan 3 macam bentuk, ialah erosi permukaan, yang terkikis hanya lapisan teratas yang tipis, tetapi jika terus-menerus sangat merugikan kesuburan tanah, ciri-cirinya warna lebih muda, bercak-bercak warna di permukaan tanah bekas aliran air di seluruh permukaan tanah yang keruh; erosi alur, pengikisan yang membentuk alur yang jelas tetapi dapat dihilangkan dengan penggarapan tanah biasa; dan erosi parit, pengikisan

tanah membentuk parit-parit erosi yang dalam dengan bentuk V dan U karena tergalinya tanah. Erosi oleh angin terutama hanya bersifat memindahkan permukaan tanah yang karena sering dan lamanya dapat menghasilkan lapisan tanah yang tebal sekali. Gerakan massa terjadi, misalnya pada tanah longsor dan lumpur longsor. Perpindahan massa dapat juga berupa apa yang disebut gletser batuan yang terdiri atas es dan batuan yang bergerak perlahan dan apa saja yang dilewati akan tersapu.

Perubahan kerak Bumi mencakup gempa dan letusan gunung berapi. Menurut teori *tektonika lempeng* kerak Bumi dan lapisan atas mantel, yang bersama-sama membentuk litosfer, terdiri atas sekitar 20 lempeng tegar yang terus-menerus bergerak secara perlahan-lahan. Biasanya gempa dan lahirnya gunung api terjadi pada saat lempeng yang satu bergeser melewati atau menabrak lempeng yang lain. Teori lempeng tektonik ini menjelaskan bagaimana benua-benua itu hanyut karena terbawa oleh lempeng yang bergerak dengan kecepatan 1,3–10 cm tiap tahun. Sebab gerakan yang tak terlalu jelas; mungkin karena terbawa gerakan batu yang dapat bergeser ke atas lempeng yang lain maka timbullah pegunungan. Demikianlah Pegunungan Himalaya terbentuk karena lempeng India bertabrakan dengan lempeng Eurasia. Bila lempeng terbenam ke dalam mantel setelah bertabrakan, akan terbentuklah samudra. Gunung api terbentuk bila batuan meleleh ketika lempeng bertabrakan dan lelehannya terbuang ke permukaan. Gambar 1.13 menunjukkan daerah rawan gempa bumi.



Sumber: Anon 1971: 545

Gambar 1.13.

Daerah rawan gempa di Bumi di Wilayah Pasifik dan Mediterania, 95 % peristiwa gempa terjadi di Asia



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Mengapa dalam mempelajari kehidupan di Bumi perlu mempelajari keberadaan Bumi dalam Jagat Raya?
- 2) Bagaimana hubungan hipotesis dengan kenyataan bahwa lingkungan hidup manusia juga dipengaruhi atau ditentukan oleh perilaku manusia?
- 3) Jagat Raya merupakan suatu tatanan yang selalu dinamik. Terangkan bagaimana perputaran Matahari sangat erat dengan dinamika Galaksi Bimasakti?
- 4) Terangkan bagaimana keterikatan Planet yang mengitari Matahari mengingat teori terjadinya Planet?
- 5) Terangkan apa pengaruh ketegaran dan gerak lempeng Bumi terhadap aliran air laut dan gempa bumi!

Petunjuk Jawaban Latihan

Pelajari kembali materi Kegiatan Belajar 2 tentang hal-hal berikut.

- 1) Jagat Raya seisinya dan makna kebesarannya.
- 2) Hubungan Bumi dengan sistem Matahari dan Matahari dalam Galaksi Bimasakti.
- 3) Putaran rotasi Galaksi Bimasakti yang mempengaruhi putaran Matahari.
- 4) Terjadinya Planet dalam sistem Matahari.
- 5) Pengaruh perputaran Bumi terhadap proses pelapukan, terjadinya erosi dan gempa bumi.



RANGKUMAN

Jagat Raya terdiri atas ratusan juta bintang, di antaranya Matahari berada dalam Galaksi Bimasakti yang terdiri atas jutaan bintang. Sistem Matahari dikelilingi oleh 9 planet, yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto. Gerak putaran Bumi terhadap Matahari sangat teratur tertib, berupa 365 hari lebih sedikit sekali putar. Demikian pula perputaran Matahari sendiri dalam Galaksi yang berlangsung 225 tahun sekali putar.

Bumi yang mempunyai sebuah satelit yang disebut Bulan merupakan planet yang paling mungkin dihuni oleh kehidupan, seperti yang kita kenal. Sebuah hipotesis menyatakan bahwa keberadaan makhluk hidup di Bumi merupakan pengendali keadaan di Bumi yang memungkinkan berlangsungnya kehidupan itu sendiri. Hal ini ditegaskan dalam Hipotesis Gaia (Penguasa Bumi).

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Jagat Raya yang terdiri atas ratusan juta benda angkasa terdiri atas
 - A. galaksi
 - B. bintang
 - C. galaksi yang merupakan kumpulan bintang-bintang dan benda angkasa lainnya
 - D. sembilan planet
- 2) Kehidupan di Jagat Raya ini menurut teori terdapat pada wilayah antara
 - A. lintasan Merkurius dan Venus
 - B. lintasan Mars dengan Jupiter
 - C. keberadaan Asteroid
 - D. lintasan Venus dan Mars
- 3) Matahari merupakan suatu kesatuan dengan Galaksi Bimasakti karena itu matahari
 - A. mengitari inti Galaksi selama satu tahun
 - B. beredar dalam satu putaran terhadap inti Galaksi selama 225 juta tahun
 - C. beredar bebas dalam Galaksi Bimasakti
 - D. merupakan pusat sistem Matahari yang beredar sendiri
- 4) Matahari yang terbentuk 5 miliar tahun yang lalu terdiri
 - A. terutama atas 69,5% hidrogen dan 28% helium
 - B. atas sebagian besar karbon, nitrogen dan oksigen
 - C. sebagian besar atas magnesium, belerang, silikon dan besi
 - D. atas reaksi kimia nuklir

- 5) Bumi tampak dari angkasa
- A. berwarna biru karena sebagian besar terdiri atas permukaan air laut
 - B. merupakan aliran laut, seperti aliran sungai
 - C. berwarna kemerahan karena tertutup awan
 - D. menunjukkan adanya proses pelapukan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) C
- 2) B
- 3) D
- 4) D
- 5) A

Tes Formatif 2

- 1) C
- 2) D
- 3) B
- 4) A
- 5) A

Daftar Pustaka

- Anon. (1971). *Encyclopedia Americana*. Vol. 9. New York: Americana Corporation. 954 pp.
- Anon. (1973). *The New Book of Knowledge*. Vol. 19. Canada: Grolier Incorporated. 411 pp.
- Anon. (1989). *Ensiklopedi Nasional Indonesia*. Jakarta: Cipta Adi Pustaka. 418 pp.
- Beale, J. G. (1980). *The manager and the environment*. Oxford: Pergamon Press. 211 pp.
- Odum, E. P. (1983). *Basic Ecology*. Saunders College Publishing. Tokyo, Japan: Hold – Saunders. 24 – 26: 221 – 225.
- Marten, G.G. (2001). *Human Ecology, Basic Concepts for Sustainable Development*. London, UK: Earthscan Publishing Ltd. 238 pp.
- Rambo, A. T. (1981). Human Ecology Research on Tropical Agroecosystem in S. E. Asia. *Singapore Journal of Tropical Geography* 3: 86 – 99.
- Salim, E. (1993). Environment as Science. *Workshop on Environmental Education*. Postgraduate Study in Environmental Science, Un. of Indonesia.
- Soerjani, M. (1987). *Methods of environmental quality assessment and management with reference to the environmental quality standard in Indonesia, IUBS International Symposium on Biomonitoring of the State of the Environment*. Tokyo, Japan: 7 pp, Nov. 6 – 8, 1987.
- Soerjani, M. (1993). Degree Programmes in Environmental Science. *Proc. Asean region conf. On environmental education for sustainable development*. Jakarta, June 2 – 5, 1996.
- Soerjani, M. (1997). Penerapan teknologi manajemen industri dalam manajemen lingkungan. *Seminar Teknologi Industri untuk Aplikasi Ilmiah Lingkungan dan Bisnis*. Jakarta: STMI. 25 pp.